

дослідники (Davies, Clark, Коваленко, Березовський, Ландау, Чілая) розробили новий напрямок в використанні мембранних сенсорів кисню – безкровне черезшкірне визначення  $pO_2$ , що в певних умовах корелює з показником  $pO_2$  артеріальної крові. Такий метод дістав назви транскутанного визначення вмісту кисню в крові [1].

Особливо великого значення набуває моніторинг газів крові під час та після операцій на серці з метою шунтування коронарної артерії. Для забезпечення нерухомого операційного поля застосовують штучний кровообіг. Без знання точних значень  $pO_2$  артеріальної крові важко забезпечити оптимальний режим роботи апаратів штучного кровообігу. Тривалі транскутанні вимірювання  $pO_2$  необхідні в терапевтичній практиці для оцінки стану перфузії периферичних тканин. Оцінка стану перфузії периферичних тканин набуває особливу актуальність, при хронічному кисневому голодуванні організму, яке відіграє провідну роль у патогенезі хронічної ішемії при захворюваннях артерій. Низький рівень  $pO_2$  в м'язевих тканинах може стати важливим критерієм при виборі методу хірургічного лікування та прогнозування результатів захворювання.

Вимірювання абсолютних значень та динаміки  $pO_2$  являється однією з ключових проблем фізіології і практичної медицини. Постачання кисню тканинам – складний процес, який здійснюється системами зовнішнього дихання, кровообігу і окислювально-відновлювального потенціалу клітин.

*Ключові слова:* транскутанна киснеметрія, кисень, біологічний об'єкт, парціальний тиск кисню.

#### **Література**

- [1] П. О. Івченко, “Особливості застосування транскутанного сенсора кисню”, на XVII Міжнародній науково-технічній конференції. Приладобудування: стан і перспективи, Київ, 2018, с.121-122.

УДК519.713.536.373

## **ІНФРАЧЕРВОНА ТЕРМОГРАФІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

<sup>1)</sup>Дунаєвський В. І., <sup>1)</sup>Ліптуга А. І., <sup>2)</sup>Тимофєєв В. І., <sup>3)</sup>Орел В. Е.,

<sup>2)</sup>Назарчук С. С., <sup>2)</sup>Котовський В. Й.

<sup>1)</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашикарьова НАН України, Київ, Україна

<sup>2)</sup>Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна

<sup>3)</sup>Національний Інститут раку, Київ, Україна

E-mail: [kotovsk@kpi.ua](mailto:kotovsk@kpi.ua)

Розвиток сучасної експериментальної науки характеризується тим, що незважаючи на наявність різних технічних засобів та принципів вимірювань, які застосовуються в дослідженнях, створення нових вимірювальних систем є

актуальним напрямком для творчого пошуку науковців. Продовжується стрімке зростання нових та вдосконалення існуючих інструментів фізичних досліджень.

Інфрачервона термографія (ІЧ) належить до числа сучасних вимірювальних засобів фізичного експерименту, проста та зручна у застосуванні.

Сучасні матричні тепловізійні системи та їх програмне забезпечення перетворили цей метод із якісного в кількісний метод досліджень.

Отримані нові результати поєднання базових досліджень ультразвукової та індукційної ІЧ термографії. Ці методи виступають як альтернатива традиційному активному контролю із застосуванням оптичного нагріву [1].

Успішно застосовують термографію для діагностики зливків кремнію [2], здійснюється термографічний контроль сонячних батарей в режимі стабілізації нагріву темновим струмом [3, 4]. В радіоелектронній промисловості термографія використовується для теплового контролю режимів роботи радіоелектронної техніки [5]. Розроблена система теплового безконтактного контролю суцільності металопрокату та якості матеріалів тепловиділяючих об'єктів [6].

Розроблений метод теплового неруйнівного контролю виробів [7]. Виконаний комплекс досліджень по використанню ІЧ термографії в медичній практиці [8, 9]. Перелічити всі досягнення по використанню термографії в рамках однієї роботи практично неможливо.

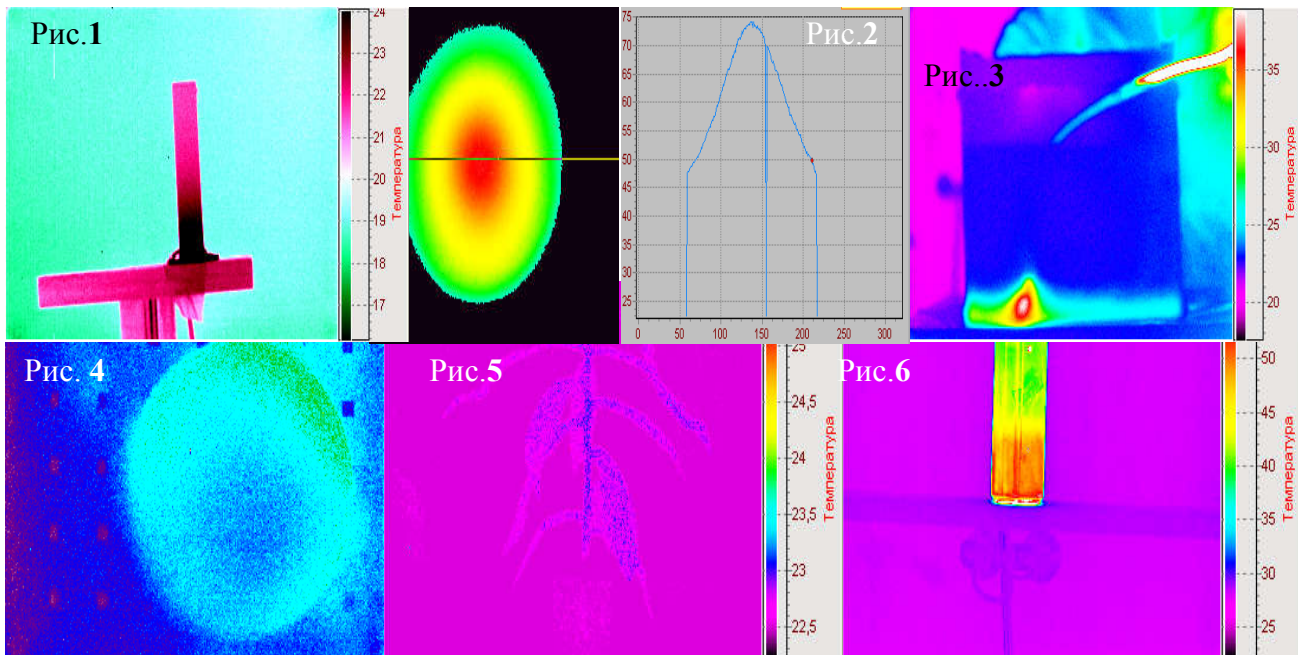
Нами накопичений великий обсяг досліджень по використанню ІЧ термографії в різних галузях. В даній роботі наведені деякі отримані результати досліджень по використанню ІЧ термографії в екології, кристалографії, біомедицині, процесу теплопередачі кераміки.

Досліджувався процес розповсюдження тепла при нагріві монокристалу кварцу в залежності від часу нагріву. Як приклад, на Рис. 1 показана термограма кристалу кварцу під час нагріву.

Розтікання тепла при локальному нагріві в центрі керамічного диску та розподіл температури по діаметру пластини показані на Рис. 2. Ця термограма отримана при дослідженні процесу передачі тепла від центру пластини до периферичної області. Процес розтікання на придонній поверхні селевого шару показаний на Рис. 3.

Досліджувався процес нагріву різних субстанцій для визначення процесу їх нагріву під впливом електромагнітного опромінювання радіочастотного діапазону, яке широко використовується для індукції гіпертермії злоякісних пухлин в якості неод"ювантного методу протипухлинної терапії (Рис.4).

Процес оводнення рослини під час поливу спостерігаємо на Рис. 5. Розподіл рівня рідини в ємності показаний на Рис. 6. Цей метод використовується для визначення рівня рідких речовин у великих ємностях.



**Висновки:** Термографія, як фізичний метод дослідження теплових процесів, демонструє високу ефективність та простоту у його застосуванні.

**Ключові слова:** термографія, наукові дослідження, теплопередача.

#### **Література**

- [1] В. П. Вавилов, Д. Ф. Нестерук, “Неразрушающий контроль материалов методами ультразвуковой и индукционной термографии”, *Инноватика и экспертиза*, вып.1(10), с.40-47, 2013.
- [2] В. А. Юрьев, В. П. Калинушкин, А. П. Лыгткин, С. И. Ляпунов, “Применение инфракрасной термографии для диагностики слитков кремния”, *Микроэлектроника*, том 33, №6, с. 429-432, 2004.
- [3] В. А. Порев, В. И. Дунаевский, К. М. Божко, “Термографический контроль солнечных элементов и батарей в режиме стабилизации нагрева темновым током”, *Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова*, №2, с.57-61, 2014.
- [4] К. М. Божко, В. І. Дунаєвський, В. Й. Котовський, В. П. Маслов, В. А. Порев, “Інфрачервона термографія сонячних елементів, нагрітих темновим струмом”, *Вісник Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. Серія “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ”*, Ви. 46, с.56-63, 2013.
- [5] Р. П. Орел, А. В. Мягкий, «Тепловой контроль работы радиоэлектронной аппаратуры», *Экономика, наука, производство: Сборник научных трудов Россия, Москва*, №26, 2013, С. 120-122.
- [6] О. Н. Будадин, А. В. Дужий, «Система теплового бесконтактного контроля сплошности металлопроката и качества материалов тепловыделяющих объектов», *Заводская лаборатория- Київ*, №11, с.29-32, 2001.
- [7] О. Н. Будадин, А. И. Потапов, В. И. Колганов, Т. Е. Троицкий-Марков, Е. В. Абрамова, *Теплоо неразрушающий контроль изделий*. Москва, Россия: Наука, 2001.
- [8] Л. Г. Розенфельд, В. Ф. Мачулин, Е. Ф. Венгер, Н. Н. Колотилов, А. В. Самохин, Д. Д. Заболотная, А. Г. Коллюх, В. И. Дунаевский, Е. А. Соловьев, “Дистанционная инфракрасная термография: достижения, современные возможности, перспективы”, *Врачебное дело*, №5-6, с.119-124, 2008.

- [9] В. Э. Орел, А. В. Романов, Н. Н. Дзятковская, Ю. И. Мельник, “Влияние увеличения неоднородности электромагнитного поля на усиление противоопухолевой активности доксорубцина”, *Биомедицинские приборы и системы*, с.173-177, 2008.

УДК 535.2:535.36:53.043

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОСВІТЛЕННЯ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ФОТОМЕТРА З ЕЛІПСОЇДАЛЬНИМИ РЕФЛЕКТОРАМИ

*Нагорний А. І., Безугла Н. В.*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [n.bezugla@kpi.ua](mailto:n.bezugla@kpi.ua)*

В останні роки в медицині зростають методи лікування, які включають в себе застосування оптичного випромінювання. Це пояснюється останніми досягненнями в області мікроскопії, розвитком лазерів, відносною безпечністю для людського організму, та дешевизною. В терапевтичних цілях оптичне випромінювання застосовують в хірургії для видалення різноманітних утворень з значно меншими крововтратами, стоматології для відбілювання зубів знаття болі, онкології усунення онкостазів, офтальмології – лазерна корекція, гінекології, дерматології та інших галузях медицини [1]. В діагностиці в таких методах як оптична когерентна томографія, методи з використанням флюоресценції, конфокальна мікроскопія та інші. Не зважаючи на всі переваги залишається проблематичним доставка оптичного випромінювання до тканин та органів які знаходяться на значній глибині. Основним фактором розсіювання променю є неоднорідність показників заломлення різних шарів шкіри. На сьогоднішній день існує велика кількість способів управління оптичними властивостями біотканин, найпопулярніші з яких компресія, розтягнення, дегідратація та коагуляція, оптичне просвітлення. Оптичне просвітлення полягає в введенні в тканину спеціального агента, який з часом знизить неоднорідність показника заломлення, що у свою чергу збільшить глибину проникнення променю [2].

Існує велика кількість хімічних сполук які застосовуються в якості оптичних просвітлюючих агентів [3]. Всі ці речовини можна класифікувати за наступною системою:

- 1) Спирти (гліцерин, варіації поліетиленгліколю, бутандіолу, водних розчинів манніту та інші).
- 2) Вуглеводи (фруктоза, глюкоза, рибоза, сахароза, декстроза).
- 3) Органічна кислота (олеїнова кислота) та.
- 4) Інші органічні розчинники (диметилсульфід та інші).

Методом даної роботи є дослідити кінетику оптичних процесів при просвітлення м'язової тканини свинини агентом ПЕГ400 [4].